Enfoque de estimación puntual en Análisis de Riesgo

M. Sci. Laura Pruzzo

Niveles de Análisis

Primer nivel

- Se utilizan estimadores puntuales para representar los factores de exposición
- Este nivel de análisis puede ser suficiente
- Si el riesgo en un escenario muy conservador se halla por debajo del valor crítico, no se requerirá mayor análisis

Niveles de Análisis

Segundo nivel

- Se utiliza análisis de sensibilidad
- Si los cambios en la estimación de riesgo son muy pronunciados se requerirá un mayor nivel de análisis

Niveles de Análisis

Tercer nivel

- Se utiliza análisis probabilístico
- Uso de simulación Montecarlo

EP: Ventajas y desventajas de su utilización

- Descripción de variabilidad
- Utilidad como evaluación de antecedentes
- Los valores conservadores se comparan con niveles críticos regulatorios
- Fáciles de entender
- Poca demanda de recursos

- No identifican incertidumbre
- Funcionan como límites fijos
- No identifican factores clave
- No informa la probabilidad de que se exceda el nivel crítico
- No utiliza toda la información
- Inconsistencias por uso de diferentes valores puntuales

Exposición a contaminantes carcinogénicos por ingestión de suelo en niños

- **Tasa de ingestión= concentración x consumo/u. tiempo**
- **Estimadores de consumo:**
  - 80 mg/día en niños menores de 5 años (OPS)
  - De 85 a 135 mg según edad (EPA)
  - Utilizar media 100 mg y un estimador conservador de 200 mg (EPA)
  - Niños que presentan "pica" pueden consumir mucho más
- **Estimadores de concentración:**
  - 0,4 mg Arsénico/kg suelo (EPA)
  - 0,97 mg/kg suelo en localidad cercana a fundición (OPS)

Estimadores de Tendencia Central (ETC)

- Caracterización de variables de exposición para condiciones promedio
- En evaluación de riesgos ecológicos, interesa el efecto sobre la comunidad
- Media aritmética
- Mediana

Estimadores de Tendencia Central

Media aritmética, más difundida

- Puede dificultar el manejo del riesgo si hay subpoblaciones expuestas a niveles más elevados del contaminante:
- Concentración hogareña promedio de radón 1,5 pci/lt, pero 1 a 2% de los hogares exceden 8 pci/lt

(Nero *et al*, 1986)

- Sensible a valores alejados (el desvío estándar también)
- Unos pocos puntos extremos pueden distorsionar severamente la estimación

Estimadores de Tendencia Central

- ***Mediana***: valor central de los datos **ordenados** de menor a mayor de tal manera que deja a su izquierda o derecha el 50 % de las observaciones. Coincide con el valor central si la serie tiene número impar de términos o con el promedio de los dos centrales, si tiene número par de términos.

- La mediana es un ETC más robusto frente a valores extremos

- Es mejor usar la mediana que la media como medida de localización, cuando un conjunto de datos tiene valores muy extremos.

- En esos casos, *“ La media no es el mensaje”*

Estimadores de Máxima Exposición

Valores *conservadores*

- Consideran el rango superior del conjunto de datos
- Utilización de intervalos de confianza de los ETC para tener una apreciación de la incertidumbre:
- *Límite superior del IC 95%* de la media de concentración, tasa de ingestión, potencia carcinogénica, etc.
- *FU* en *DRf*, límites superiores aproximados de incertidumbre en extrapolación de datos toxicológicos
- Percentiles 90, 95, ó 99

Exposición al agua corriente durante la ducha, importante vía de exposición a contaminantes

Variable	Unidades	Media	P 95%	Distribución
Consumo	Litros/hora	480	800	Lognormal
Duración	Horas/día	0,13	0,28	Lognormal
Ocupación	Años	13,2	41,4	Weibull

Obtención de estimadores de tendencia central y de máxima exposición

- Tendencia central= 480 l/h x 0,13 h/día x 365 días/año x 13,2 años= **$0,3 \times 10^6$ litros**

- Máxima Exposición= 800 l/h x 0,28 h/día x 365 días/año x 41,4 años= **$3,4 \times 10^6$ litros**

- Escenario conservador o “peor caso”
- Realista?
- Intencional: se prefiere sobreestimar
- Comparar posteriormente con valores de referencia

Percentiles

- Un percentil *p* da información acerca de cómo se distribuyen los valores en un intervalo desde el menor al mayor.
- *P*% de la observaciones tienen valores menores y (100-*p*)% tiene valores mayores
- Un alumno alcanza 54 puntos en un examen
- No sabemos cómo fue su desempeño
- Si su calificación corresponde al percentil 70➔
  - 70% de los alumnos tuvo calificaciones menores
  - 30% de los alumnos tuvo mayor calificación

Cuartiles

- Los *<u>cuartiles</u>* son percentiles específicos
- Surgen de distribuir los datos en cuatro partes
- Cada una contiene el 25% de las observaciones
- Q1= primer cuartil o percentil 25%
- Q2= segundo cuartil o percentil 50, *también es la mediana*
- Q3=tercer cuartil o percentil 25%
- El intervalo de Q1 a Q3 da la porción media central o 50% intermedio de los datos
- Se define el *<u>rango intercuartil</u>* como:
- RIQ= Q3-Q1
- Es una medida de dispersión con respecto a la mediana

Cálculo del *p*-ésimo percentil

1. Ordenar los datos de manera ascendente
2. Calcular $i=(p/100)*n$
3. Si i no es entero se redondea al entero mayor indicando posición
4. Si i es entero se promedian las posiciones i e $i+1$

Ejemplo: datos de sueldos mensuales iniciales de una muestra de 12 egresados de la Lic. En Ciencias Ambientales, ordenados de menor a mayor

2710 2755 2850 2880 2880 2890 2920 2940 2950 3050 3130 3325

$$I = (85/100)12 = 10,2$$

El lugar del percentil 85 es el siguiente entero mayor, 11, posición del valor 3130. Ahora para p50:

$$I = (50/100)12 = 6$$

Entonces se promedian los datos de las posiciones 6 y 7:

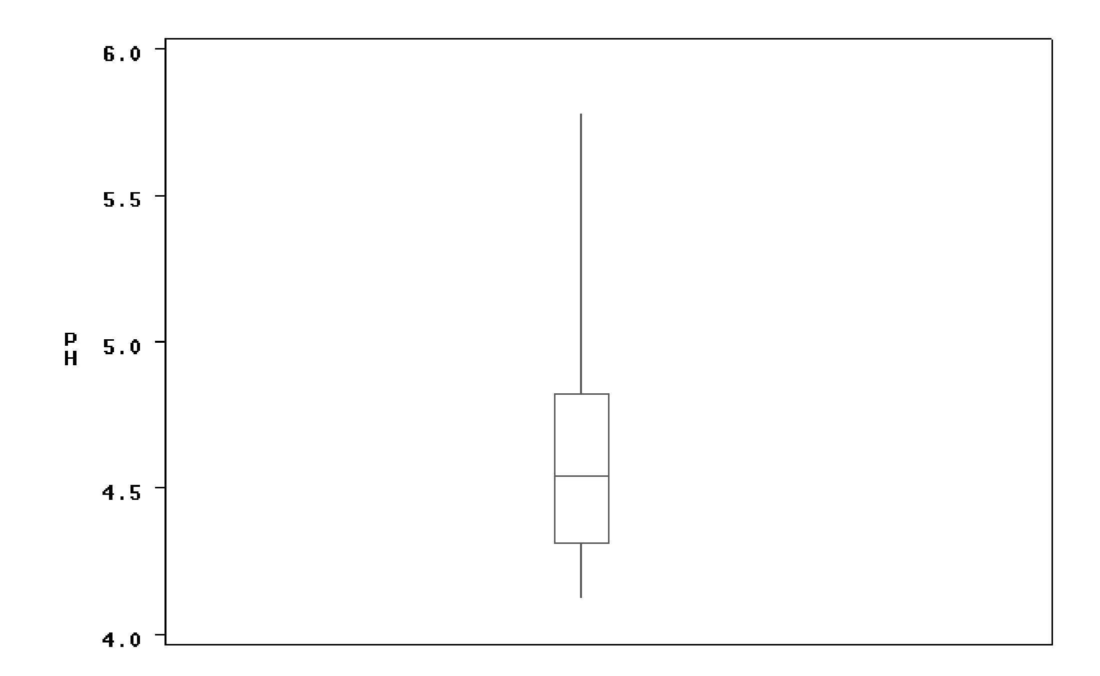
(2890+2920)/2= 2905; este valor también es la mediana

Con el mismo procedimiento se obtendrían Q1= (2850+2880)/2=2865; y Q3=(2950+3050)/2= **3000**

Sean *a* y *b*, los valores mínimos y máximos de la variable. Entonces, los cinco elementos:

- Valor mínimo *a (2710)*
- Primer cuartil Q1(2865)
- Mediana Q2 (2905)
- Tercer cuartil Q3 (3000)
- Valor máximo *b (3325)*
- Son referidos como ***Resumen de cinco números***
- Proporcionan información acerca de la distribución de la variable en términos de centro, dispersión y sesgo
- Gráficamente se presentan como ***Diagrama de caja***

Se dibuja una caja desde el cuarto inferior al superior, con una línea sólida que lo atraviesa que representa a la mediana. Luego se trazan dos líneas, llamadas **bigotes** (whiskers) que conectan a la caja con los valores extremos.



Valores alejados (outliers)

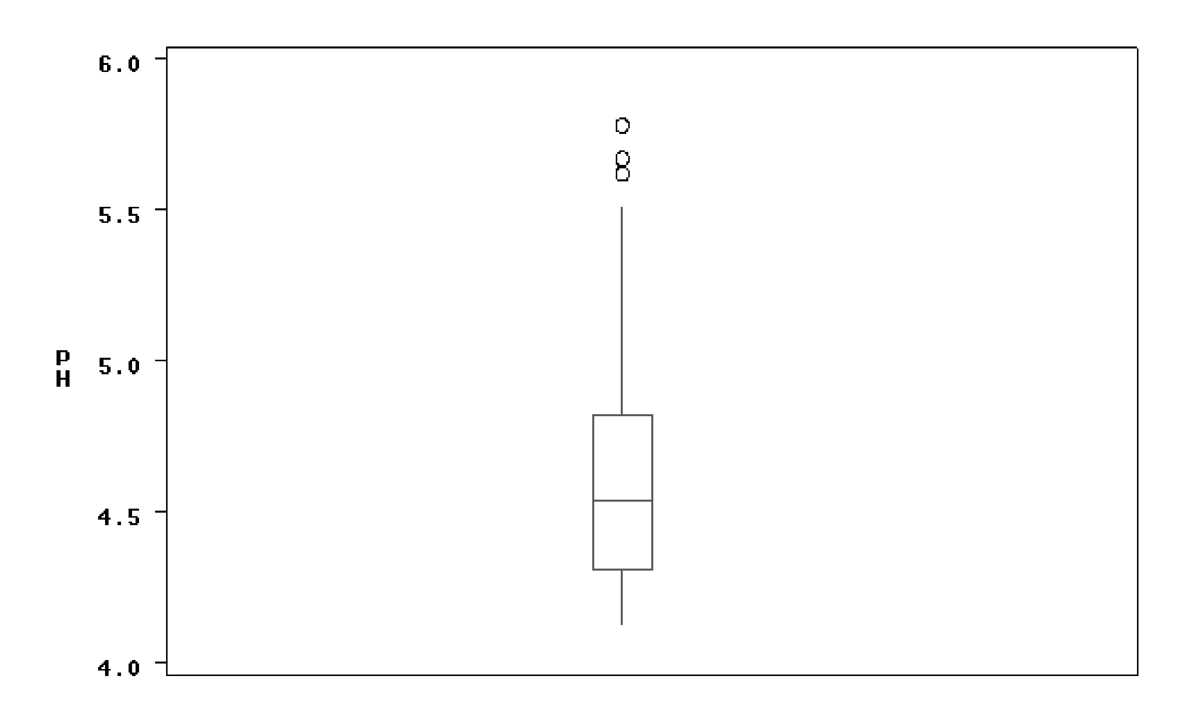
Algunos conjuntos de datos incluyen *valores alejados* o extremos (**outliers**), que son tan bajos o tan altos que pareciera que no pertenecen al conjunto original. Estos valores extremos pueden ser errores de medición, de copiado, etc., o reflejar circunstancias inusuales; pueden denotarse en el diagrama de caja.
Para ello en el diagrama se determinan los *límites inferior y superior*, calculando el valor [1,5 * (RIQ)]

Los datos que queden por fuera de los límites pueden considerarse como valores alejados.
En nuestro ejemplo, *RIQ= 3000-2865= 135*; entonces:

LI= 2865- (1,5 x 135)=2662,5
LS= 3000+ (1,5 x 135)= 3202,5

Esto significa que tenemos un valor alejado: el dato 3325

En este gráfico de la caja los valores extremos se indican con **o** si son alejados y con * si son muy alejados.



Pasos para trazar un diagrama de caja

1. Se traza un rectángulo con los extremos en el primer y tercer cuartiles. Este rectángulo equivale al RIQ
2. En la caja se traza una recta vertical en el lugar de la mediana
3. Se ubican los límites a 1,5(RIQ) por debajo de Q1 y 1,5(RIQ) por arriba de Q3
4. Se consideran los datos fuera de los límites como valores atípicos o alejados y se marcan con símbolos
5. Se trazan los bigotes hasta los límites

- *Tanto el resumen de cinco números como el diagrama de caja, constituyen técnicas de **análisis exploratorio de datos***

Estudio de caso:
DDT en aves silvestres

- DDT total = DDT + metabolitos (DDE, DDD)
- Alto coeficiente octanol/agua➔
- Tiende a acumularse en lípidos
- Se produjo biomagnificación a través de la cadena trófica
- Concentración en organismos más elevada que en el medio
- Permanece inalterado por períodos muy prolongados
- Tóxico en muy baja concentración
- Afecta a todos los integrantes de la fauna

Fuente: Toxicología Ambiental, Universidad de Arizona

Estudio de caso: DDT en aves silvestres

- Efecto en aves silvestres:
- DDT y DDE inhibe las enzimas en la glándula productora de la cáscara del huevo
- Aumenta el riesgo de quebradura prematura por afinamiento de la cáscara
- Disminución del éxito reproductivo
- Aves predadoras que comen roedores, que comen insectos que ingieren plantas contaminadas con DDT, pueden tener niveles muy altos.

Fuente: Curso de Ecotoxicología UNSAM, 2008

Estudio de caso: DDT en aves silvestres

- Un grupo de licenciados en ciencias ambientales realizó un relevamiento de DDT en una población de aguiluchos en el norte de la provincia de Córdoba
- Se llevaron a cabo ocho muestreos de 10 aves cada uno, totalizando 80 datos
- Ensayos toxicológicos previos han establecido que 98 ppm de DDT, es el valor crítico para la salud de la especie.
- Cuál será la situación de esta población?